

# **XV Congresso SOC** ***Società Oftalmologica Calabrese***

Presidente: **Giovanni Scoria**

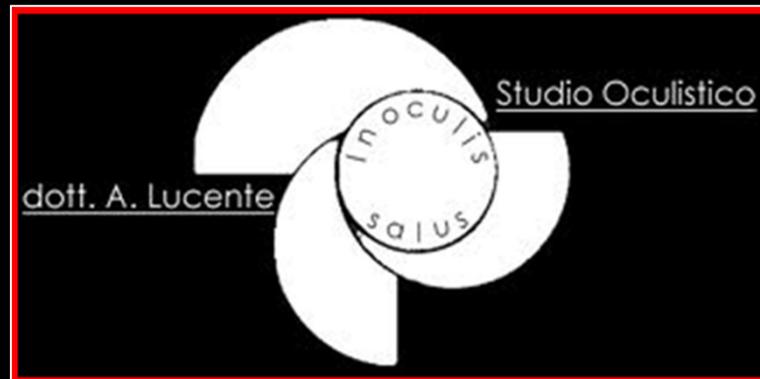
Organizzatori: **Rino Crugliano, Santo Mauro**

Corso di Semeiotica Strumentale

Responsabile Scientifico: **Amedeo Lucente**

## ***Principi tecnologici e imaging degli Angio-OCT***

**Amedeo Lucente**



*Crotone 2-3/10/15*

# Disclosure

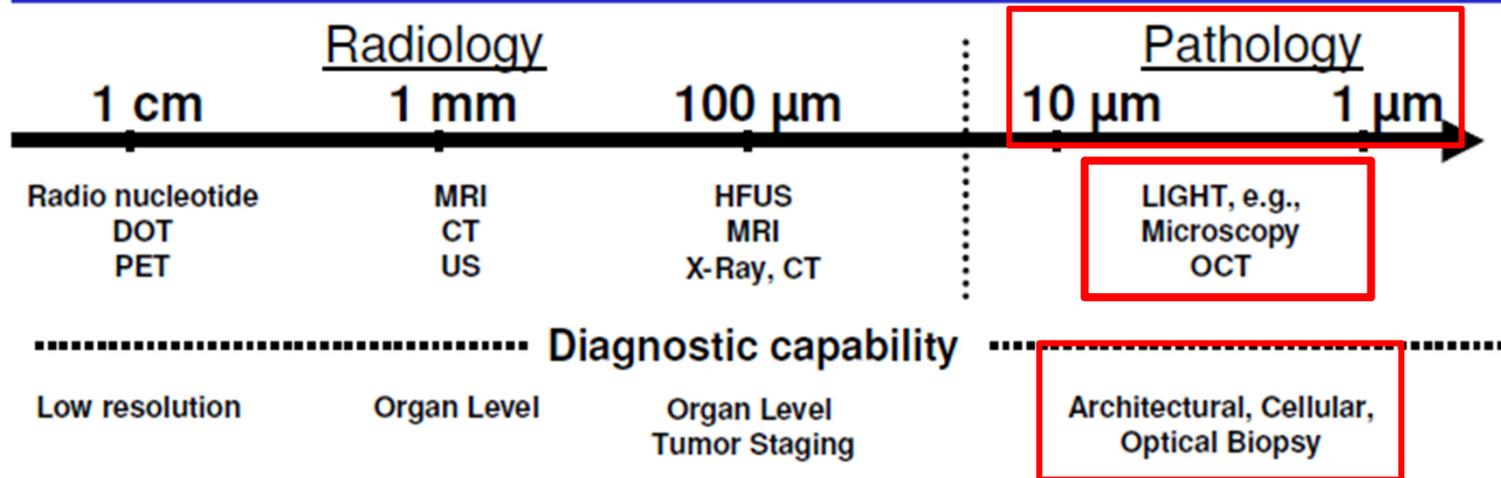
*Consulting Free*

- *Carl Zeiss Meditec*
- *Alfa Intes*



# Optics in Medicine

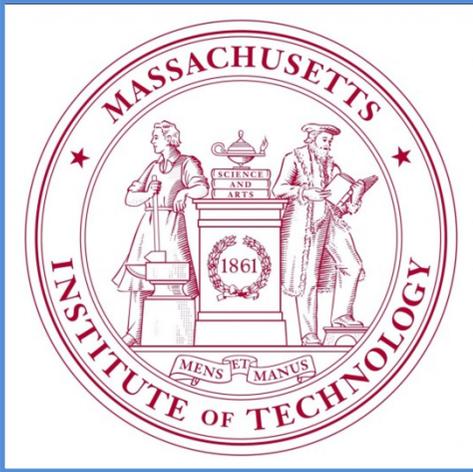
Eye = 0.1mm  
MO = 0,2  $\mu$ m  
ME = 0,2 nm



**Histopathology is the golden standard especially for cancer diagnosis**

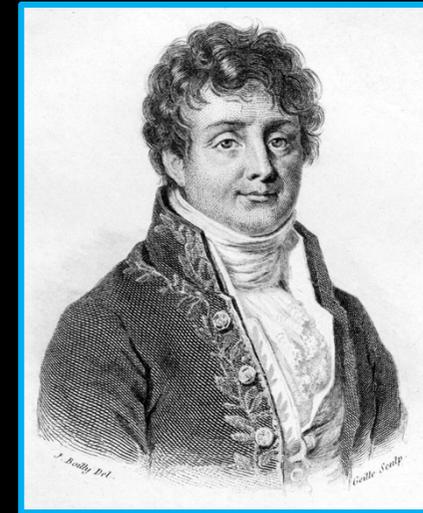
**Only optical technique approach cellular resolution**

DOT: Diffuse Optical Tomography; PET: Positron Emission Tomography;  
MRI Magnetic Resonance Imaging; CT: Computed Tomography; US: Ultra Sound;  
HFUS: High Frequency Ultra Sound; OCT: Optical Coherence Tomography.



Cambridge US

# Trasformata di Fourier



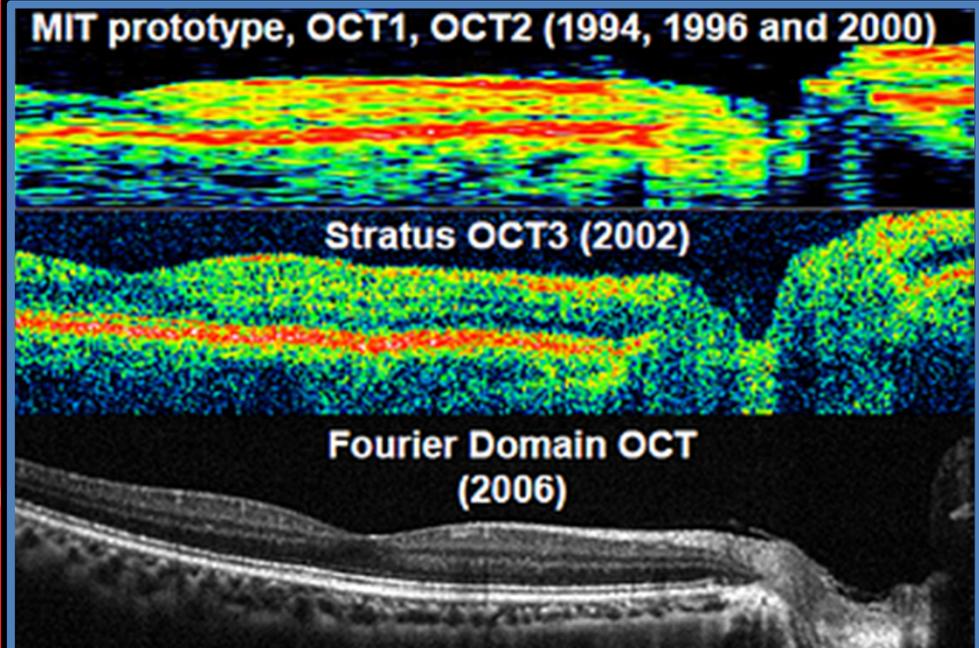
Jean Baptiste Joseph Fourier  
(Auxerre, 21 marzo 1768 – Parigi, 16 maggio 1830)

$X(f)$  = funzione della **f**requenza

$x(t)$  = funzione del **t**empo

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \cdot e^{-j2\pi f t} dt$$

$$x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} X(f) \cdot e^{+j2\pi f t} df$$

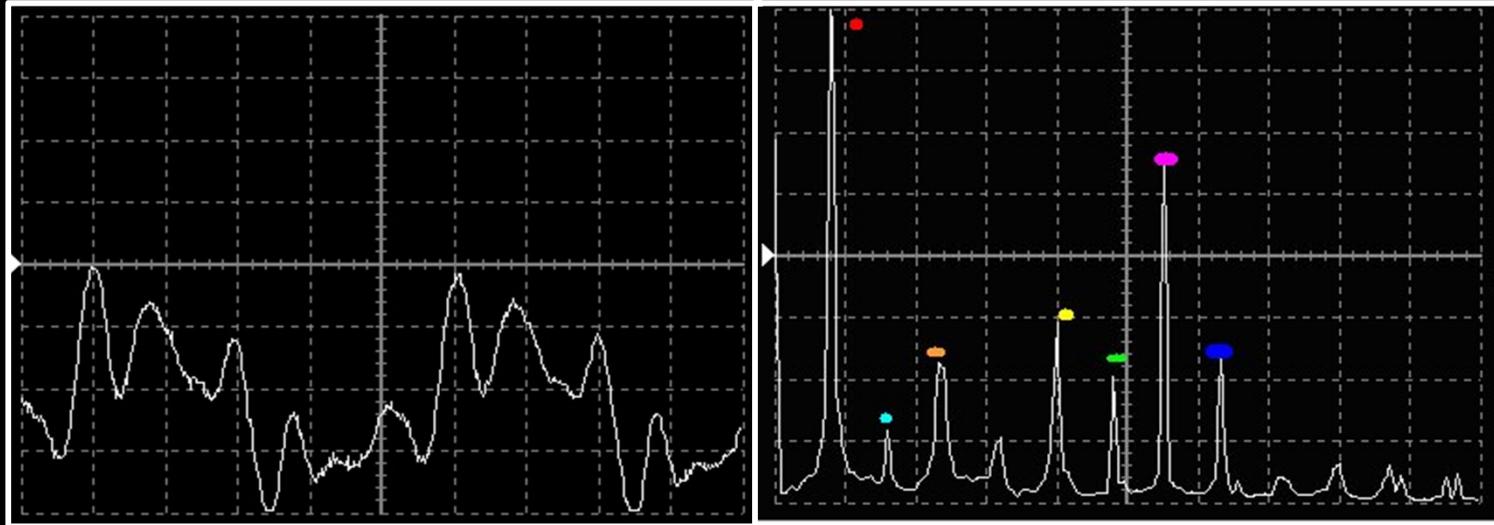


# Time Domain v/s Fourier Domain

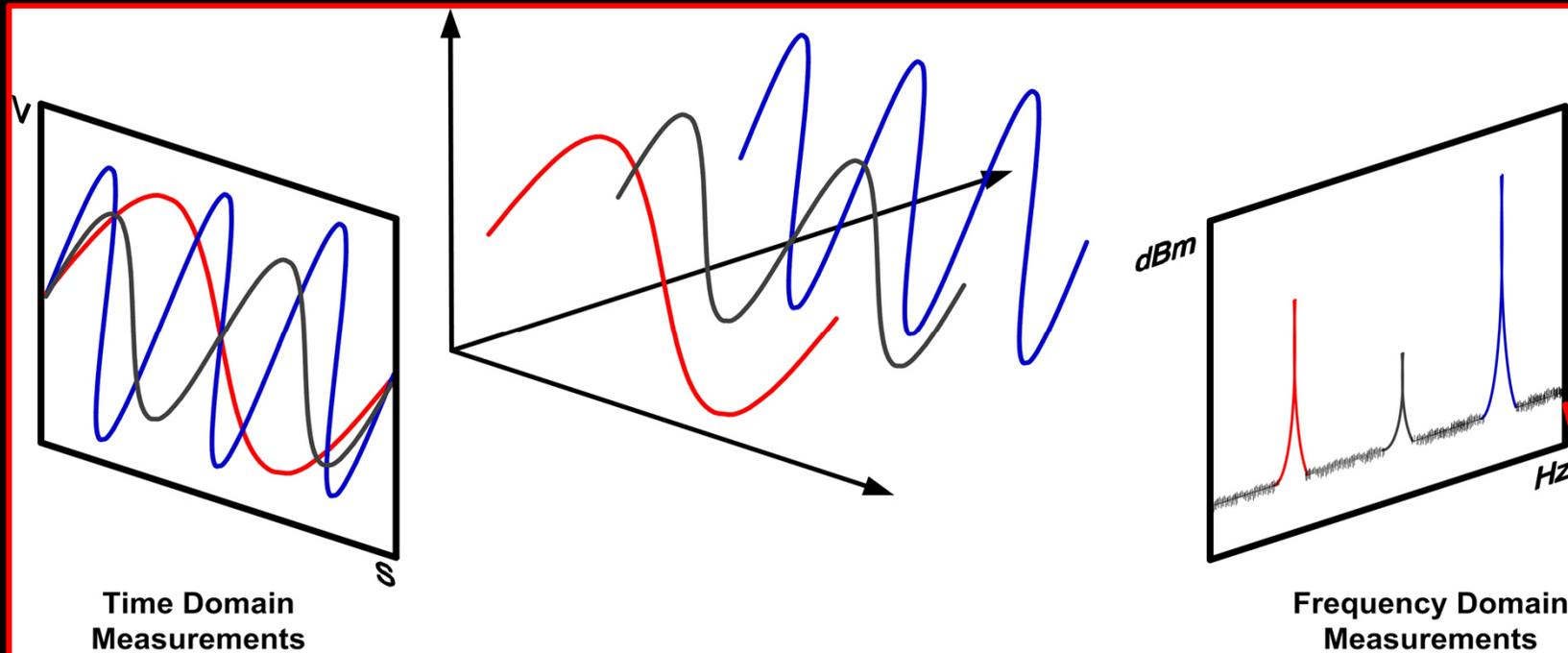
$x(t)$  = funzione del **tempo**

$X(f)$  = funzione della **frequenza**

La nota "La" del clarinetto che varia nel tempo registrata tramite Oscilloscopio ([www.clarinet.it](http://www.clarinet.it))



Nota "La" del clarinetto scomposta in sotto-onde nel dominio delle frequenze ([www.clarinet.it](http://www.clarinet.it))



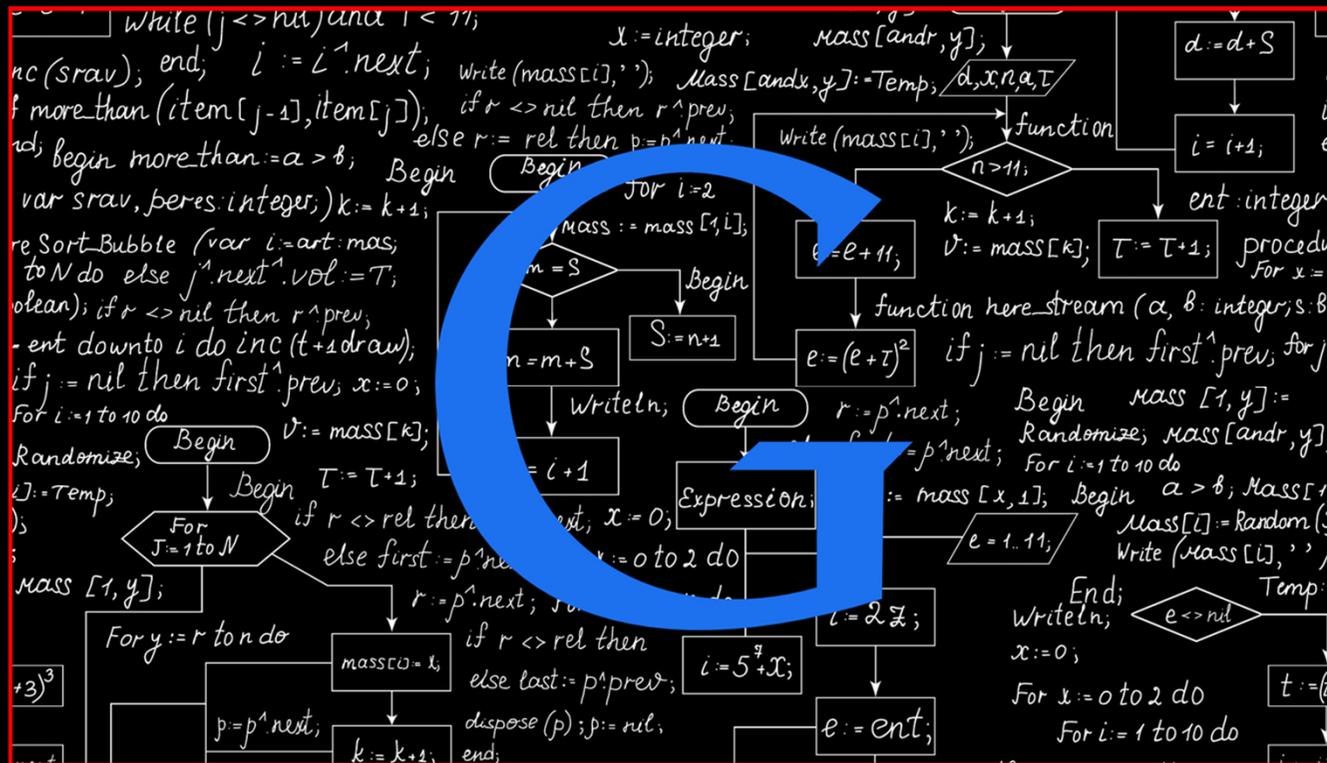
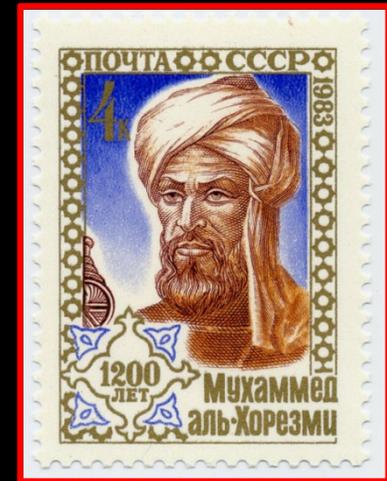
Hz

Time Domain Measurements

Frequency Domain Measurements

# Algoritmo

Un algoritmo è un procedimento che risolve un determinato problema attraverso un numero finito di passi elementari e in un tempo finito dal nome del matematico persiano **al-Khwarizmi محمد خوارزمي** (**inventore numero Zero**) (Corasmia o Baghdad, 780 – 850 d C circa)



Francobollo commemorativo del **1200 anniversario** della nascita del grande matematico persiano emesso dall'Unione Sovietica **il 6 settembre 1983**

# SSADA

(brevetto WO 2014040070 A1, priorità 10 set 2012, David Huang et al.)

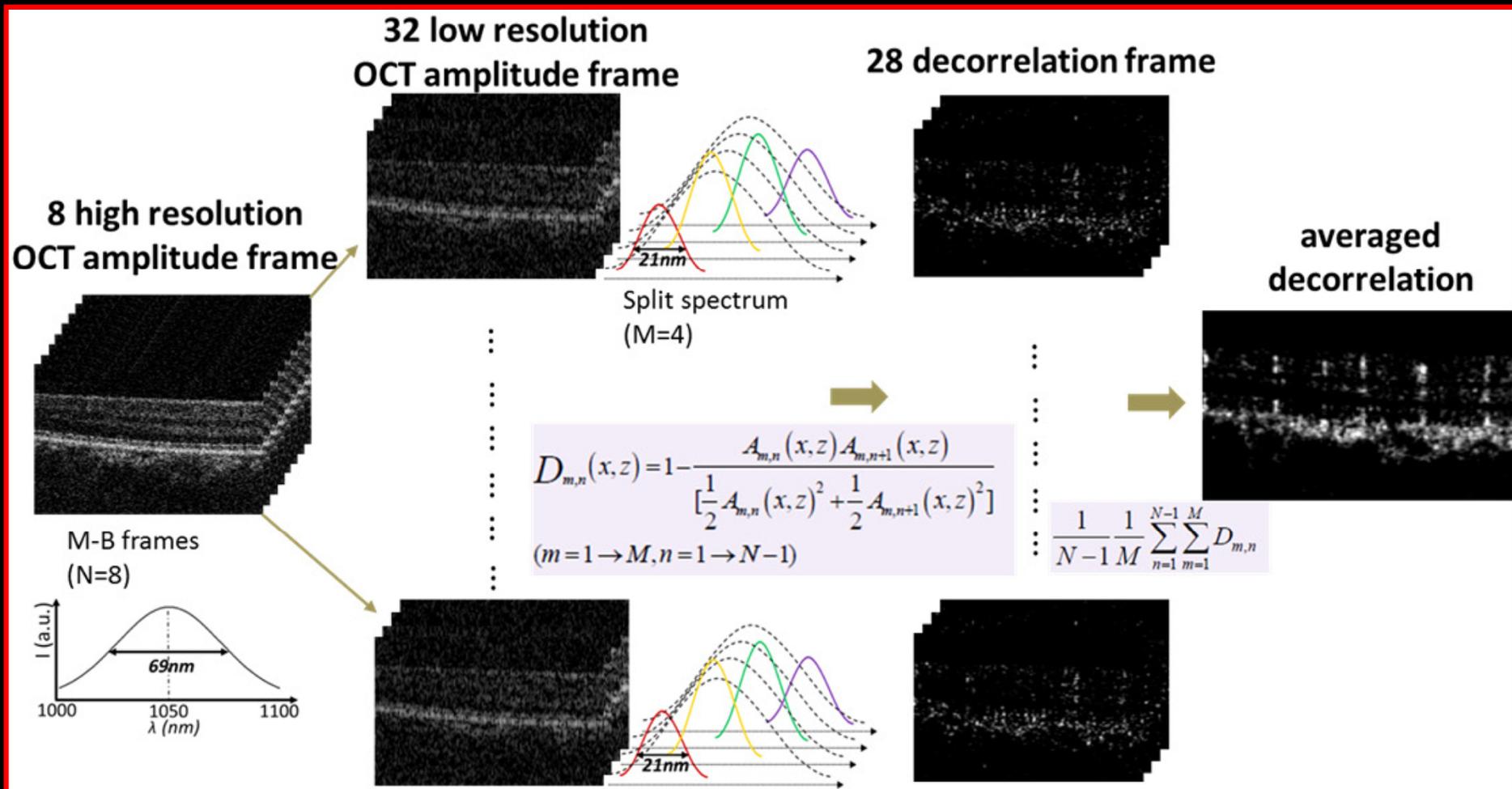


lab at Oregon Health & Science University  
3375 SW Terwillinger Blvd Portland, OR 97239

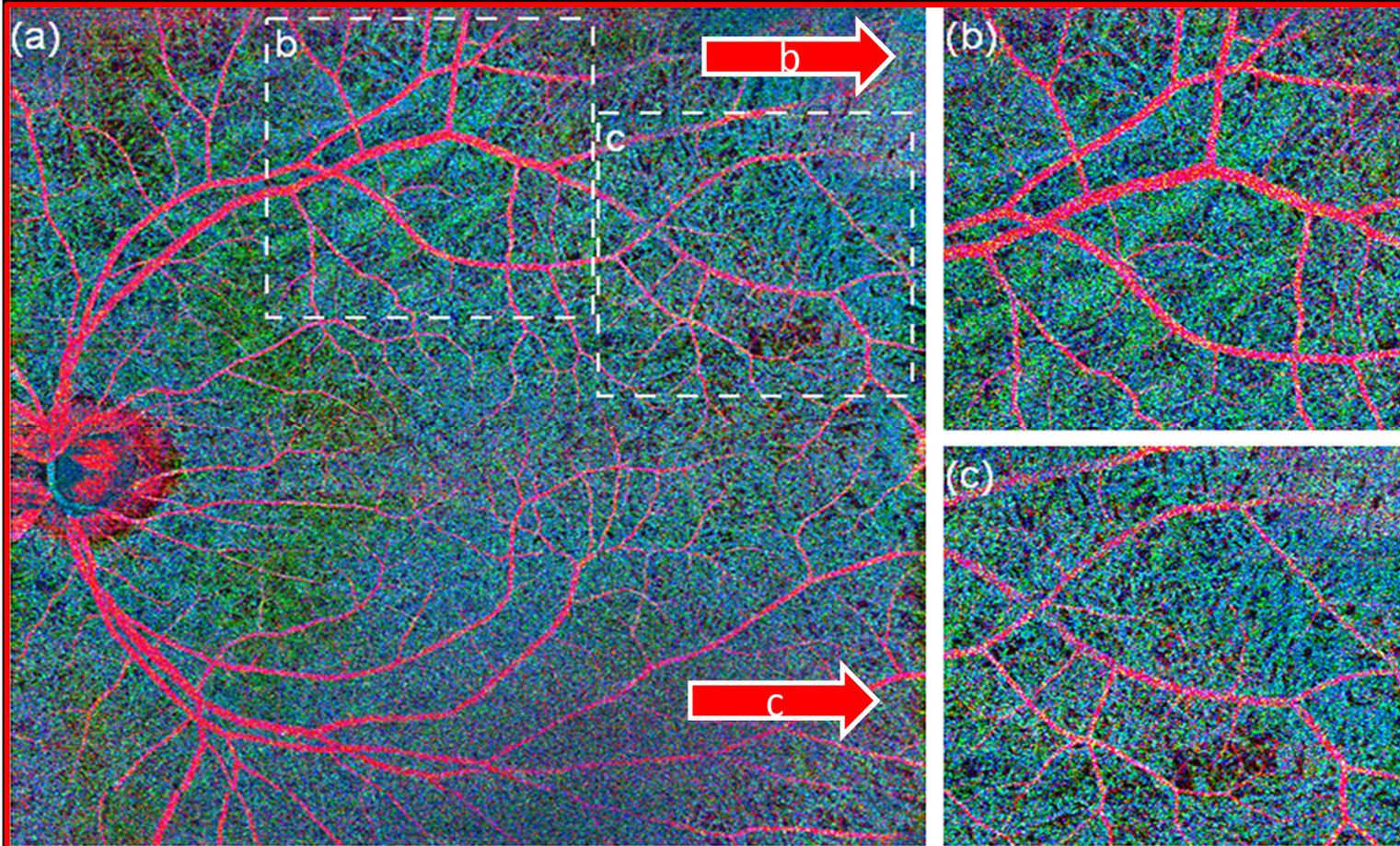
**SSADA** split-Spectrum **A**mplitude-**D**ecorrelation **A**ngiography

**Decorrelazione** (decorrelation): è un **processo matematico** utilizzato **nell'elaborazione dei segnali** per modificare **l'autocorrelazione** (comparazione del segnale con se stesso) o le **correlazioni incrociate** (cross-correlazioni, comparazione delle immagini nel tempo), al fine di preservare alcune caratteristiche ed esaltarle

**Eight OCT M-B frames** were scanned consecutively at the **same spatial location** to produce **8 spectral interferograms** and 8 standard-resolution cross-sectional images. In conventional decorrelation angiography, decorrelation is calculated between these standard resolution images, but this produces a low-quality angiogram. In SSADA, **each full spectral interferogram was split into 4 spectral bands**. There were 8 OCT image frames at each spectral band, **from which 7 decorrelation frames were calculated**. **The 28 decorrelation frames** were averaged to produce one final decorrelation-based flow cross-section of much higher quality. By Yali Jia et al.



# En-face color-coded corio-retinica a 48° (Cedric Blatter J.)



Lo **Split Spectrum** consente di migliorare di oltre **100%** il rapporto segnale/rumore (signal-to-noise ratio **SNR**) rispetto al **Full Spectrum**

Multiple approaches for OCT angiography OCTA:

- **Amplitude Variance-based** → **SSADA**

- **Phase Variance-based** → **OMAG**

- **Combined Amplitude/Phase Variance-based** ~1040nm; 1000nm=1μm=1μ

Fourier-domain OCT: **Spectral** 840 nm depth 2,6 mm, **Swept-Source** ≥ 1040nm depth 2,9-3,2mm

Min 70.000 A Scan/Sec  
(70KHz, 1kHz = 1000Hz).

14 sec

## Phase-Variance OCT

### *Sopra*

vasi retinici in  
giallo e rosso

In grigio  
coriocapillare

frecce blu

aree prive di  
coriocapillare

in AMD

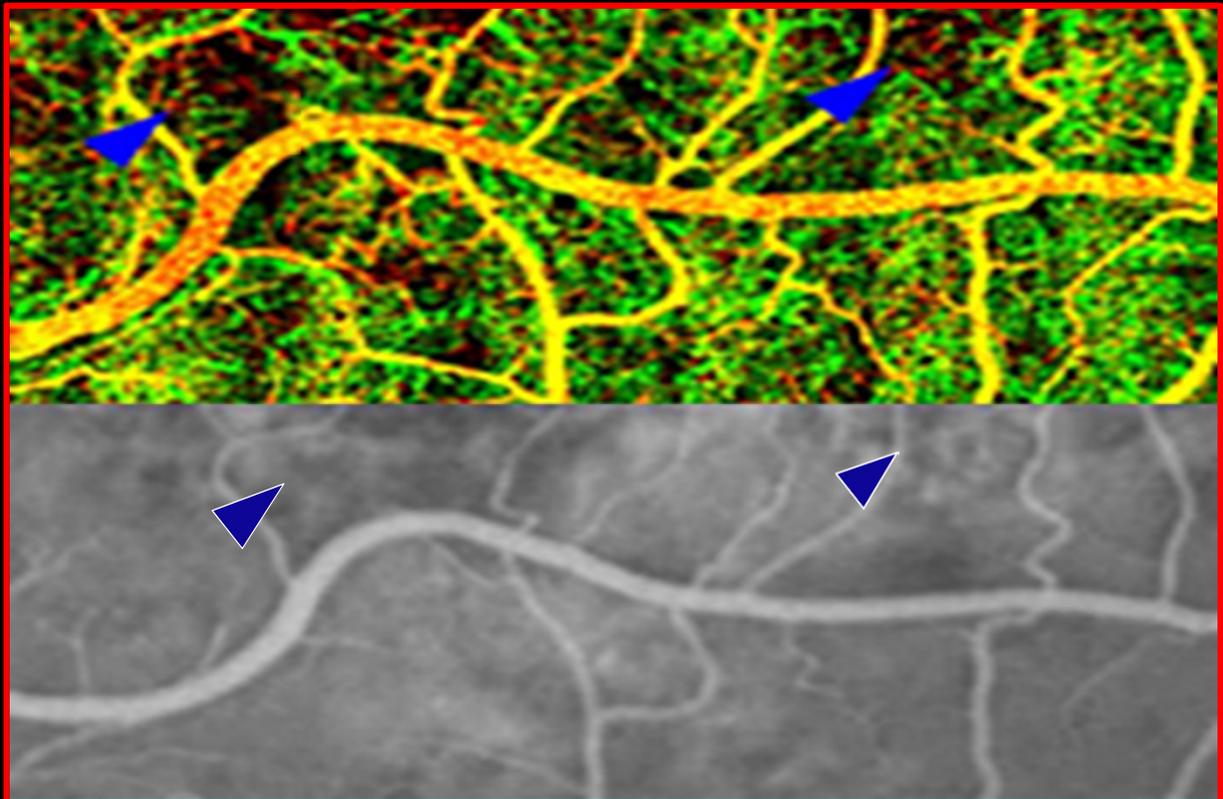
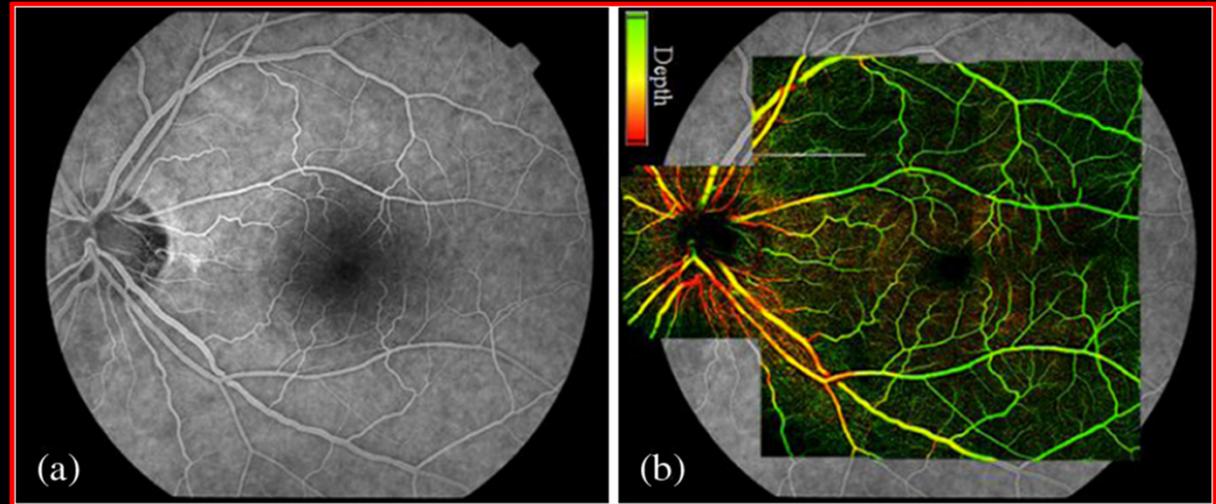
### *Sotto*

fluoro

non visibili dettagli

in OCTA

da Kim et al.

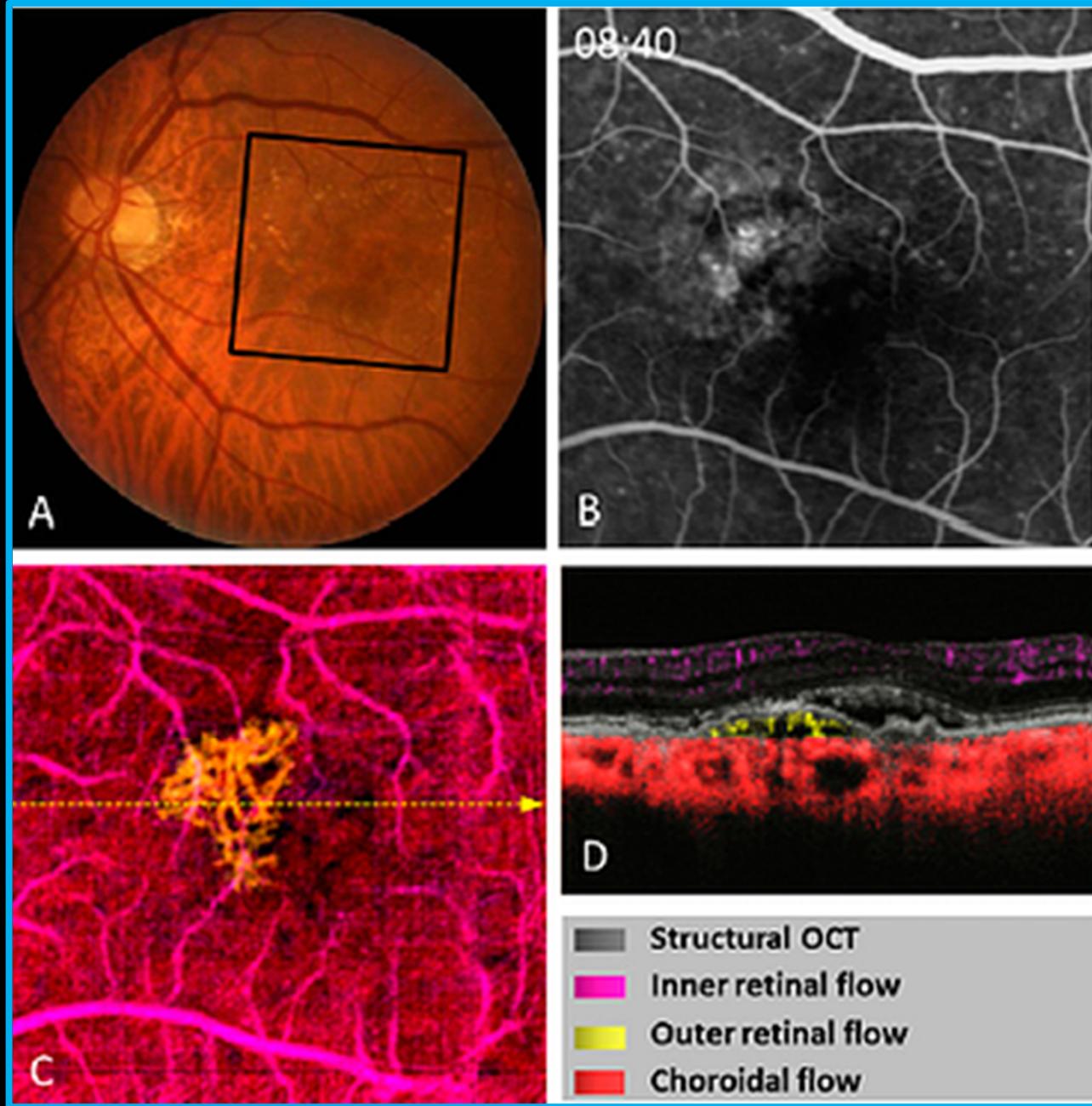


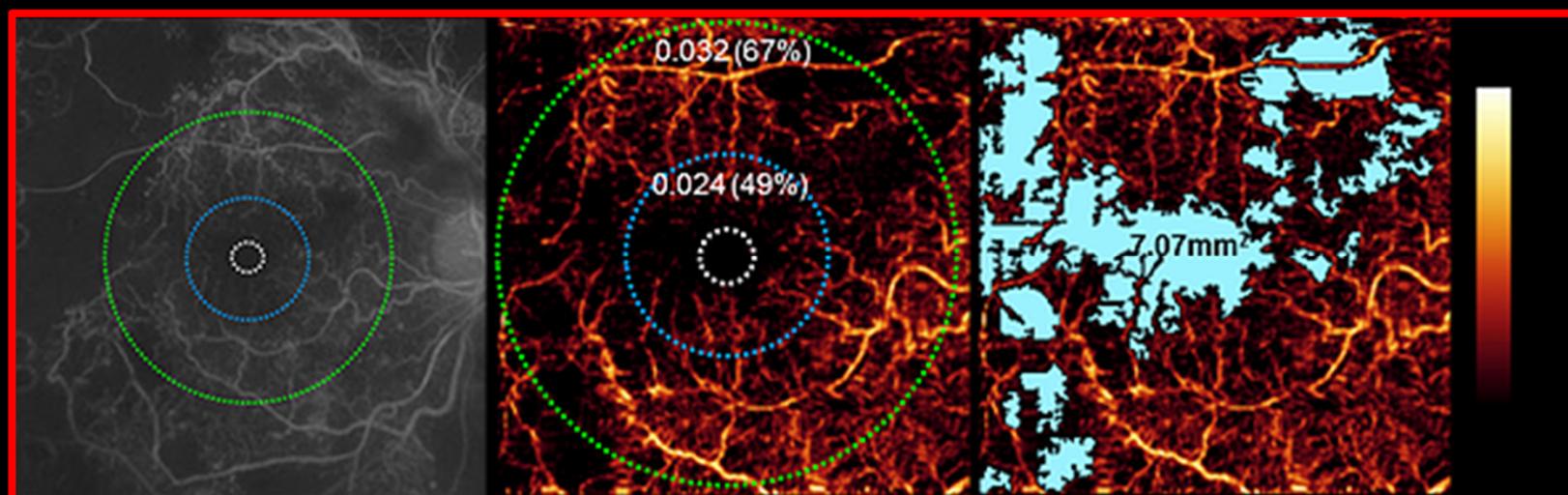
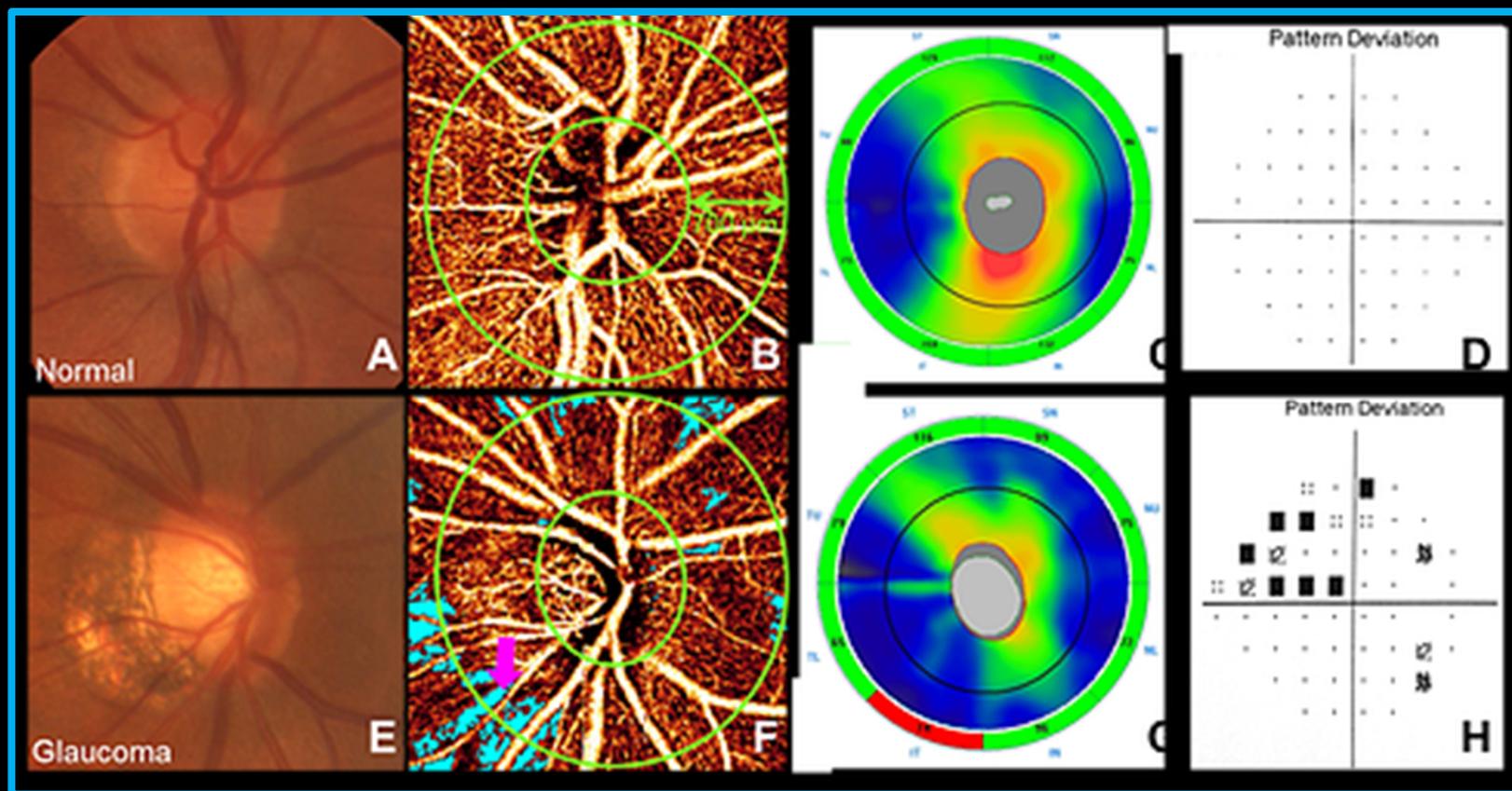
Mosaico angio-OCT en face di 7 immagini 6x6 mm con  
Optovue RTVue XR e SSADA. (American Society of Retina Specialists)



RTx Optovue  
304 x 304 pixels  
aree d'indagine  
3mm x 3mm  
6mm x 6mm  
8mm x 8mm

l'Angiovue,  
diversamente  
che per Europa  
e Asia, non ha ancora  
ottenuto l'approvazione  
in USA dalla FDA,  
Food and Drug  
Administration  
[510(k) pending]





# Principi tecnologici e imaging degli **Angio-OCT**

di Amedeo Lucente

## Introduzione

La recente e innovativa tecnologia Split-Spectrum Amplitude-Decorrelation Angiography (SSADA) permette di misurare il flusso ematico retinico e del nervo ottico in modo non invasivo eseguendo le comuni scansioni tomografiche. Il tentativo di indagare senza mezzi di contrasto (dyeless) la vascolarizzazione neuro-corio-retinica non è recente.

La diffusione e lo sviluppo tecnologico degli Spectral Domain OCT SDOCT, l'implementazione di algoritmi e il miglioramento dei software, hanno permesso da poco tempo di realizzare questo difficile ed ambizioso obiettivo. Esistono sostanzialmente tre modalità d'indagine vascolare: i metodi non ottici (RaggiX/Computed Tomography, Risonanza Magnetica MRI, Ultrasuoni, PET), i metodi ottici (OCT, Fluorescenza, Microscopia a Fluorescenza Multiphoton, Laser Speckle Contrast Imaging LSCI) e infine i metodi ibridi (Imaging Fotoacustico PAI). I metodi ottici, che ci interessano direttamente, a loro volta possono essere ad alta risoluzione e bassa penetrazione nel tessuto (~2 mm) come gli OCT, o con penetrazione di qualche centimetro ma minore risoluzione, come la Tomografia Ottica Diffusa DOT[1].

La riflettività che i tomografi rilevano è dovuta alla luce a bassa coerenza di ritorno dal tessuto indagato. Nessuna distinzione è possibile tra strutture statiche e dinamiche, tra ciò che sta fermo e ciò che si muove, tra i voxel corio-retinici statici e dinamici. Gli Angio-OCT OCTA ora permettono questa distinzione, offrendo un'imaging dei vasi retinici senza mezzo di contrasto, in modo efficace e con grande effetto iconografico (Fig. 1a, 1b, 1c). Per avere maggiore capacità di interpretare i risultati Angio-tomografici e familiarizzare con questa

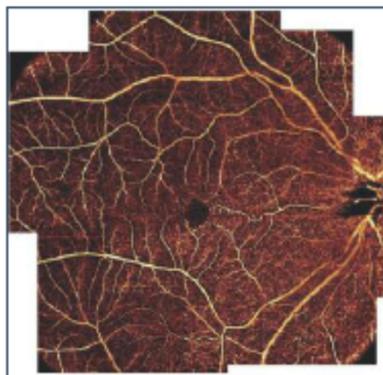


Fig. 1a - Mosaico Angio-OCT en face di 7 immagini 6x6 mm con Optovue RTVue XR e SSA DA. (American Society of Retina Specialists).

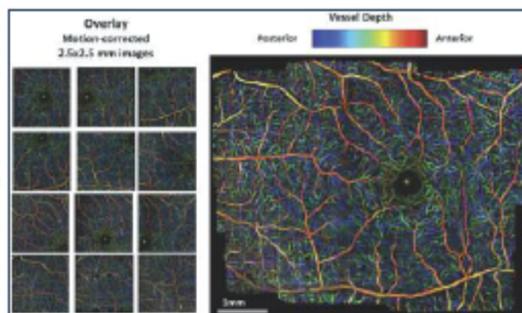


Fig. 1b - Wide-field dei plessi principali dei vasi retinici con colori codificati per profondità (color encoded depth). In rosso i vasi superficiali e in blu i più profondi. Retina nasale a sinistra e temporale a destra. Mosaico costruito dalle singole immagini con Speckle Variance OCT. (Hansford C. Hendargo).

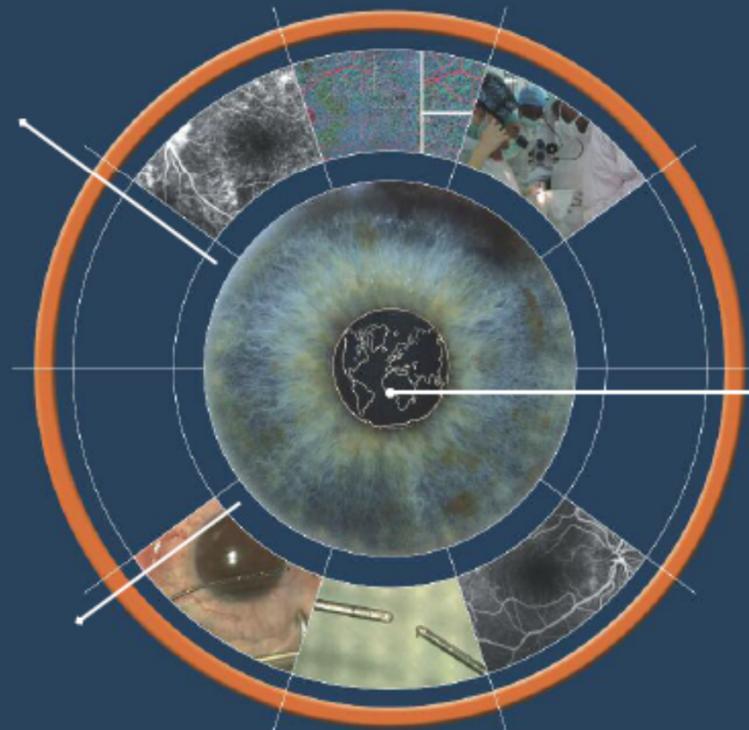
# oftalmologia domani

Anno VI - N. 2 - Maggio/Agosto 2015

rivista quadrimestrale di Oftalmologia

*Nuovi strumenti per DMEK  
Tecnologia degli Angio-OCT  
Dalla SICS alla Faco II*

*La gioia di tornare a vedere  
Intervista a J. Crawford Downs  
Mosche nel bicchiere*

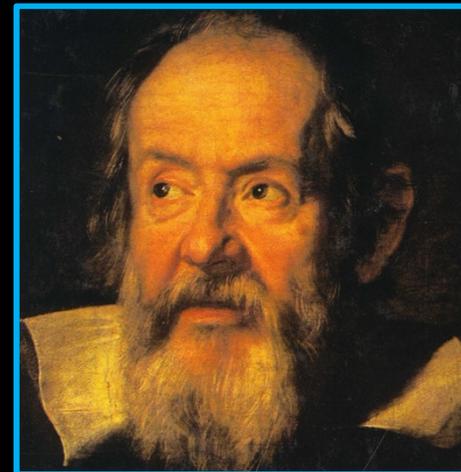


coming soon: [www.oftalmologiadomani.it](http://www.oftalmologiadomani.it)

**Galileo Galilei**, padre della scienza moderna  
(Pisa, 15 febbraio 1564 – Arcetri, 8 gennaio 1642)

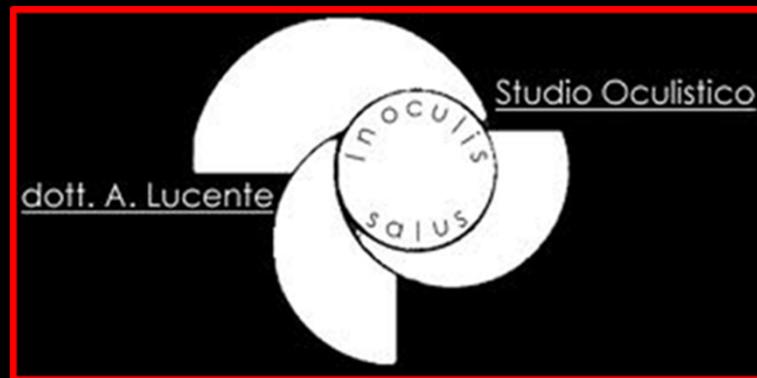
*“Misura ciò che è misurabile, e rendi misurabile ciò che non lo è”*

«Un nuovo artificio di un occhiale cavato dalle più recondite speculazioni di prospettiva, il quale conduce gl'oggetti visibili così vicini all'occhio et così grandi et distinti gli rappresenta, che quello che è distante verbi grazia nove miglia ci apparisce come se fusse lontano un miglio solo»



Galileo mostra il telescopio: al cospetto del Senato Veneziano, lo scienziato mostrò il funzionamento del primo telescopio rifrattore della storia, **25 agosto 1609**

*Thanks for Your attention*



Crotone 2-3/10/15